

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-205336

(43)Date of publication of application : 13.08.1993

(51)Int.Cl.

G11B 11/10

(21)Application number : 04-320320

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1992

(72)Inventor : HINO YASUMORI  
KUDO YOSHIHIKO  
ORUKAWA MASAHIRO  
MIYATAKE NORIO

(30)Priority

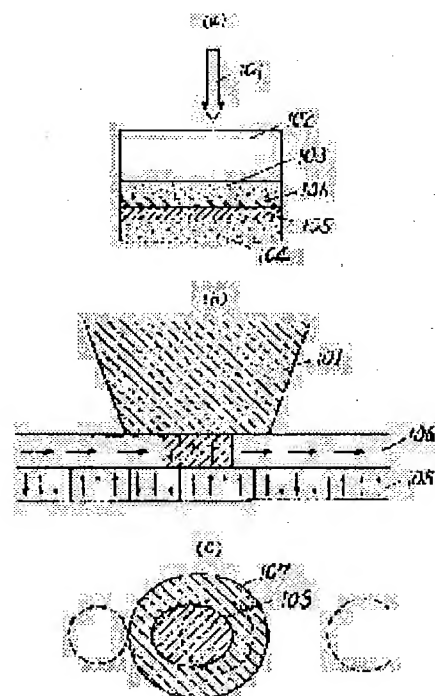
Priority number : 03316510 Priority date : 29.11.1991 Priority country : JP

## (54) MAGNETOOPTICAL RECORDING MEDIUM AND REPRODUCING DEVICE AND RECORDING AND REPRODUCING METHOD USING THIS DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable recording and reproducing of a large capacity and high transfer rate by additionally forming a 2nd magnetic film on a beam incident side to such constitution that this film is an intra-surface magnetic film in the case of absence of a temp. rise and changes to a perpendicularly magnetized film with an increase in the temp. of a reproducing beam.

**CONSTITUTION:** This magneto-optical recording medium consists, successively from the incident side of the reproducing beam 101, a substrate 102, a protective layer 103, the 2nd magnetic layer 106, a 1st magnetic layer 105 and a protective layer 104. The basic constitution of the layers 102 to 105 except the layer 106 are the same as heretofore. The layer 106 consists of 26% Gd, 38% Fe and 36% Co, is the intra-surface magnetized film and changes to the perpendicularly magnetized film with an increase in the temp. of the reproducing beam. On the other hand, the layer 105 is a perpendicularly magnetized film. The layer 106 turns to the perpendicularly magnetized film in a hatched region 108 where the temp. is increased to  $\geq 80^\circ \text{C}$  by irradiation with the beam when reproducing is executed at a relatively low line speed. The recording marks recorded on the layer 106 are then transferred by exchange-bonding strength. On the other hand, the layer 106 remains as the intra-surface magnetized film in a region of  $\leq 80^\circ \text{C}$  in the peripheral part. A signal is obtainable only in the region 108. This region 108 is smaller than the diameter of the beam spot.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.04.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of



rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-205336

(43)公開日 平成5年(1993)8月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 1 1 B 11/10

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 9075-5D

Z 9075-5D

審査請求 未請求 請求項の数15(全 17 頁)

(21)出願番号 特願平4-320320  
(22)出願日 平成4年(1992)11月30日  
(31)優先権主張番号 特願平3-316510  
(32)優先日 平3(1991)11月29日  
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72)発明者 日野 泰守  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 工藤 嘉彦  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 尾留川 正博  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74)代理人 弁理士 武田 元敏

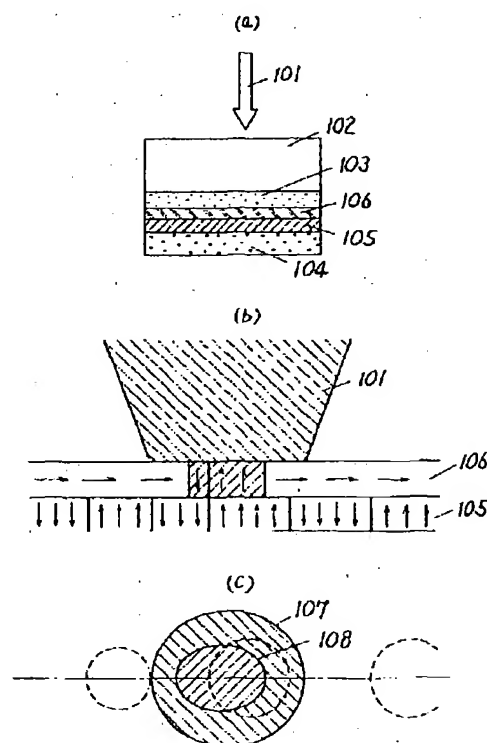
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光磁気記録媒体及び再生装置並びにそれを用いた記録再生方法

(57)【要約】

【目的】 本発明は光磁気記録媒体に関するもので、記録マーク長が短い場合のS/N向上とクロストークの低減が同時に達成し、大容量でかつ高転送レートの光磁気記録装置の実現を可能とするものである。

【構成】 本発明の光磁気記録媒体は、記録膜をビーム入射側から第2磁性膜、第1磁性膜の少なくとも2層の磁性膜で構成し、前記第1磁性膜は垂直磁化膜であり、前記第2磁性膜は再生ビームの照射による温度上昇がない場合には面内磁化膜であり、再生ビームの照射によって上昇する前記第1磁性膜の照射部の温度において前記第1磁性膜は垂直磁化膜であり、前記第1磁性膜と前記第2磁性膜の間に交換結合力が作用している構成を備えたものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ビーム入射側から第2磁性層、第1磁性層の少なくとも2層の磁性層で構成され、前記第1磁性層は垂直磁化膜であり、前記第2磁性層は室温では面内磁化膜であり、再生ビームの照射によって上昇する前記第1磁性層の温度上昇部において前記第1磁性層は垂直磁化膜であり、前記第1磁性層と前記第2磁性層の間に交換結合力が作用している構成としたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】 第1磁性層のキュリー点を $T_{c1}$ とし、第2磁性層の面内磁化膜から垂直磁化膜に変化する温度を $T_{s2}$ とすると、

$$80^{\circ}\text{C} \leq T_{s2} \leq 0.8T_{c1}$$

を満足し、且つ前記第1磁性層と前記第2磁性層の間に交換結合力が作用している構成としたことを特徴とする請求項1記載の光磁気記録媒体。

【請求項3】 ビーム入射側から第2磁性層、第1磁性層の少なくとも2層の磁性層で構成され、更に第1磁性層上に直接もしくは誘電体層を介して熱拡散層が形成され、前記第1磁性層は垂直磁化膜であり、前記第2磁性層は室温に於て面内磁化膜であり、再生ビームの照射によって上昇する前記第1磁性層の温度上昇部において前記第1磁性層は垂直磁化膜であり、前記第1磁性層と前記第2磁性層の間に交換結合力が作用し、前記誘電体層は、前記第1及び第2磁性層よりも熱伝導率が小さく、前記熱拡散層は前記第1及び第2磁性層よりも熱伝導率が大きい構成としたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1に記載の光磁気記録媒体を用い、4m/sec以下の低線速度で再生することを特徴とする記録再生方法。

【請求項5】 再生パワー設定のための学習領域を設けたことを特徴とする請求項1記載の光磁気記録媒体。

【請求項6】 請求項5に記載の光磁気記録媒体に記録された信号を再生する再生装置に於て、光磁気光学ヘッドと、前記光学ヘッドを前記再生パワー学習領域にアクセスさせる手段と、前記駆動部に接続される再生パワーの切り替え手段と、前記光学ヘッドから再生信号を検出する検出器と、前記検出器により再生された光磁気信号のエラーを検出する検出器と、前記検出されたエラーと基準値を比較する比較することによって設定すべき再生パワーを判断する判断器とを備えたことを特徴とする光磁気再生装置。

【請求項7】 請求項6に記載の光磁気再生装置に於て、前記光学ヘッドにより集光されたレーザービームを媒体投入1.1mW以下の初期パワー設定値に保ちつつ、前記再生パワー学習領域にアクセスさせ、前記再生信号検出器により、前記再生パワー学習領域に記録された信号を検出し、前記再生信号のエラーが予め定められた基準値以上の場合は、再生パワーを順次増加しつつエラー検出をおこない、再生したエラーの値が基準値以下に到達

した場合に、以後その時の再生パワーにて再生することを特徴とする記録再生方法。

【請求項8】 トラックガイド溝を設けた請求項1に記載の光磁気記録媒体において、溝凹部と溝凸部の両者に記録することを特徴とする記録再生方法。

【請求項9】 請求項1に記載の光磁気記録媒体において、第2磁性層の記録トラック間に、再生中は常に面内磁化膜であるガードバンドを設けたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項10】 請求項1に記載の光磁気記録媒体を用いて、再生磁場印加手段により、再生ビーム照射領域に磁場を印加させながら再生するとき、第1磁性層を $TbFeCo$ とし、その $Tb$ 組成を21%以上、26%以下、とすることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項11】 再生磁場印加手段により、再生ビーム照射領域に磁場を印加させながら再生する請求項1に記載の光磁気記録媒体に於て、第1磁性層を $TbFeCo$ とし、前記第1磁性層が遷移金属リッチ組成の場合には保磁力が12Koe以上、希土類リッチ組成の場合には8Koe以上であることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項12】 ビーム入射側から、室温に於て面内磁化膜である第2磁性層、垂直磁化膜である第1磁性層の少なくとも2層の磁性層で構成された光磁気記録媒体の再生に於て、第2磁性層の再生ビーム照射領域に対し、前記照射領域の一部のみを面内磁化膜から垂直磁化膜に変化させ、且つ第2磁性層垂直磁化膜部分に第1磁性層の磁化を転写させながら再生することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方法。

【請求項13】 請求項1に記載の光磁気記録媒体に対し、記録すべき情報に応じて磁界を反転させながら記録することを特徴とする光磁気記録媒体の記録再生方法。

【請求項14】 ビーム入射側から順に配置された第2磁性層、第3磁性層、第1磁性層の少なくとも3層の磁性層で構成され、前記第1磁性層は垂直磁化膜であり、前記第2磁性層は室温では面内磁化膜であり、再生ビームの照射による温度上昇部において前記第2磁性層は垂直磁化膜であり、前記第3磁性層のキュリー点は、前記第1磁性層のキュリー点、第2磁性層のキュリー点いずれよりも低く、前記第1磁性層と前記第3磁性層の間、及び前記第3磁性層と前記第2磁性層の間に交換結合力が作用している構成としたことを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項15】 請求項12記載の光磁気記録媒体を用い、再生ビーム照射領域に対し、第2磁性層の一部のみを垂直磁化膜にするとともに、第3磁性層の一部をキュリー点以上に昇温させ、且つ再生ビーム照射領域に再生磁場を印加させながら再生することを特徴とする記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、情報の記録再生を行なうための光磁気記録媒体に関するものであり、レーザビームの照射による温度上昇を利用して信号の記録・消去を行い、磁気光学効果を利用して信号の再生を行うものである。

#### 【0002】

【従来の技術】近年光磁気ディスクが大容量データファイルとして実用化されるに至っているが、更に多くの用途を目指して大容量化が課題となっている。

【0003】光磁気記録媒体への記録は、一般的に以下に述べる方法にて達成される。レーザビーム照射により記録膜を局部的に加熱する。その加熱温度は、補償温度以上の保磁力の小さい温度、もしくはキュリー温度以上である。そして加熱部の記録膜を外部磁界の向きに磁化させ、冷却と共にその磁化を固着させる。これが熱磁気記録と呼ばれる記録方法である。

【0004】また、その記録信号の再生は、磁気光学効果を利用し、偏光面の回転状態を検出することによって達成される。つまり、記録消去時のレーザパワーより低いパワーの直線偏光レーザビームを光磁気記録媒体に照射すると、記録膜の記録状態(磁化の向き)に応じて反射光あるいは透過光の偏光面が逆向きに回転する現象を利用し、偏光面の回転状態を検出する。

【0005】従来の記録方式には、磁界変調記録方式と、光変調記録方式の2つの方式がある。前者の磁界変調記録方式は、一定強度のレーザビームを照射して記録膜の温度を上昇すると共に、外部磁界により、記録信号に応じて磁界の向きを変調することによって熱磁気記録する方式である。一方、後者の光変調記録方式は、一定強度の外部磁界のもとで、記録信号に応じて強度の変調されたレーザビームを照射して記録膜の温度を局部的に上昇させて熱磁気記録する方式である。

【0006】しかしながら上記のような従来の光磁気記録媒体で、レーザスポット径以下の小さな記録マークを形成し、それを再生しようとする、次のような課題を有していた。

【0007】その1つは、記録マークが再生ビームのスポット径よりも小さくなると前後の記録マークからの干渉により再生信号が小さくなるためにS/Nが低下し、高密度記録が実現できないという点である。また、他の1つは、記録トラック間を再生ビームのスポット径よりも狭くすると、近接トラックからのクロストークが増加し、そのため再生時のジッターが増加し、大容量化の妨げとなっていた。

【0008】上記課題を解決するため、以下に述べる方法により、レーザスポット径以下の小さな記録マークを再生する方法が提案されている。これは、記録層と再生層を別個に設けた構成とし、再生ビーム照射領域の中の一部に限られた狭い領域でのみ、記録層に記録されている情報が再生層に転写する状態を形成しながら再生す

る方法である。

【0009】これには、前方開口(FAD)と、後方開口(RAD)の2つの方式がある。

【0010】FAD方式は、特開平3-93056号公報に示されている方式で、記録層と再生層の間に、低キュリー点を有するスイッチング層が設けられ、3つの層はすべて垂直磁化膜で構成され、各磁性膜間では室温状態で交換結合力が作用している構成となっている。次に、この構成の光磁気記録媒体の再生原理を簡単に説明する。室温では交換結合作用により、記録層に記録された記録マークがそのままスイッチング層を介して再生層に転写されている。しかしながら、再生ビームが照射され、スイッチング層がキュリー点以上に昇温した領域では、スイッチング層の磁性が消失し、その結果、記録層と再生層の間では交換結合が作用しなくなる。従って、保磁力の小さい再生層の磁化は再生中に印加された小さな印加磁界の向きに一樣に揃う。従って、再生ビーム照射により昇温した部分からは全く信号が発生せず、再生ビーム照射領域の中で昇温されていない部分からのみ信号が得られる。

【0011】一方、RAD方式は、特開平3-93058号公報に示されている方式で、基本的には高保磁力の記録層と低保磁力の再生層の2層の垂直磁化膜で構成され、各磁性膜間は交換結合力が作用している構成となっている。次に、この構成の光磁気記録媒体の再生原理を簡単に説明する。室温では、強力な外部磁界(3Koe以上)により、再生層の磁化のみが一方方向に揃う。しかしながら、再生ビームが照射され、昇温した領域では再生層の保磁力は急激に低下し、交換結合作用により記録層の記録マークが再生層に転写する。従って、再生ビーム照射により昇温した部分からのみ信号が発生し、再生ビーム照射領域の中で昇温されていない部分からは全く信号が発生しないこととなる。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の方式は、次のような課題を有している。

【0013】上述したFAD方式は、記録マークが再生ビームのスポット径よりも小さくなると前後の記録マークからの干渉により再生信号が小さくなるために、高密度化に伴うS/Nが低下が改善される。つまり、記録媒体の走行方向に対しては、高密度化が図られる。しかしながらこの方法は、再生ビーム照射領域の中で、温度上昇の少ない領域で信号が再生されるため、記録トラック間を再生ビームのスポット径よりも狭くすると、近接トラックからのクロストークが増加し、狭トラックピッチによる大容量化ができない。

【0014】一方、上述したRAD方式は、記録マークが再生ビームのスポット径よりも小さくなると前後の記録マークからの干渉により再生信号が小さくなるために、高密度化に伴うS/Nが低下が改善される。つまり、前

述したPAD方式と同様、記録媒体の走行方向に対して、高密度化が図られる。それと同時に、再生ビーム照射領域の中で、温度上昇の大きな領域でのみ信号が再生されるため、記録トラック間を再生ビームのスポット径より狭くしても、近接トラックからのクロストークが増加することなく、狭トラックピッチによる大容量化も可能ならしめることができる。

【0015】しかしながら、室温状態で再生層の磁化の向きを一方向に揃えなくてはならない。そのために保磁力プラス交換結合力以上の強い外部磁界を必要とし、記録消去に用いる磁界手段とは別個に、その10倍以上である約3 Koe以上の磁界が印加できる大がかりな外部磁界印加手段を必要とする。

【0016】本発明は上記課題に鑑み、外部磁界印加手段を必要とせず、もしくは記録再生に用いる程度の小さな外部磁界印加手段のみで、しかも記録マークの波形干渉および近接トラックからのクロストークの両者を低減し、大容量かつ高転送レートの記録再生を可能にする光磁気記録媒体を提供するものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の光磁気記録媒体は、次のような構成となっている。本発明は

(a) 記録膜をビーム入射側から第1磁性膜、第2磁性膜の少なくとも2層の磁性膜で構成され、

(b) 前記第2磁性膜は室温で面内磁化膜であり、

(c) 前記第1磁性膜は(c-1) 再生ビームの照射による温度上昇がない場合には面内磁化膜であり、(c-2) 再生ビームの照射によって温度上昇した部分においては垂直磁化膜であり、

(d) 前記第1磁性膜と前記第2磁性膜の間に交換結合力が作用している構成を備えたものである。この中でも、特に第1磁性膜に、再生ビームの照射による温度上昇がない場合には面内磁化膜であり、再生ビームの照射によって温度上昇した部分においては垂直磁化膜となる磁性膜を用いている点が、従来の構成と全く異なる構成である。

【0018】

【作用】次に、この構成の光磁気記録媒体の再生原理を簡単に説明する。従来と同一の方法で記録された情報は、第2磁性層に保存されている。室温では第1磁性層は面内磁化膜となっており、この状態でのカー回転角は極めて小さいため再生信号は殆ど発生しない。しかしながら、再生ビームが照射され、昇温した領域では第1磁性層は垂直磁化膜となり、交換結合作用により第2磁性層の記録マークが第1磁性層に転写する。従って、再生ビーム照射により昇温した部分からのみ信号が発生し、再生ビーム照射領域の中で昇温されていない部分からは全く信号が発生しないこととなる。

【0019】室温で面内磁化膜、再生ビーム照射による昇温部で垂直磁化膜となる磁性材料としては、例えば室温での補償組成よりも希土類を過剰に含む希土類/遷移金属合金がある。これらはGd, Tb, Dy, Ho等から選ばれる1種以上の希土類金属と、Fe, Coから選ばれる1種以上の遷移金属からなる。

【0020】一般にこれら希土類遷移金属合金(RE-TM alloy)はフェリ磁性であり、図20に示される如く、その飽和磁化 $M_s$ は補償組成 $X_{comp}$ で希土類の磁化と遷移金属の磁化が均衡し、見かけ上ゼロとなる。補償組成 $X_{comp}$ よりも希土類の組成が少ない組成では、磁氣的にTM-richとなり、逆に希土類が多くなると、RE-richとなる。飽和磁化 $M_s$ は、TM-rich、RE-richにかかわらず、補償組成 $X_{comp}$ からずれるに従って増大する。ところで、磁性膜の磁気異方性が膜面に対し垂直になるためには、垂直磁気異方性エネルギー $K_u$ が、飽和磁化 $M_s$ に対し、 $2\pi(M_s)^2 < K_u$ 、

であることが必要である。したがって、RE-TM合金では、図20に於て、 $M_s$ の小さい補償組成 $X_{comp}$ 近傍の組成である領域(Ⅰ)で垂直磁化膜が得られ、それ以外の組成では面内磁化膜となる。

【0021】しかしながら、希土類の磁気特性の温度依存性と、遷移金属の磁気特性の温度特性は一致しない。そのため、希土類金属の磁化量と遷移金属の磁化量が均衡する補償組成 $X_{comp}$ は、温度と共に変化する。上述のGd, Tb, Dy, Ho等から選ばれる1種以上の希土類金属と、Fe, Coから選ばれる1種以上の遷移金属からなる

RE-TM合金では、温度の上昇と共に、補償組成 $X_{comp}$ は、より希土類を多く含む組成へと変化していく。つまり、温度上昇により、図20の上図の特性から下図の特性へと変化する。また、それに相応して、垂直磁化膜が得られる領域(Ⅰ)も、温度上昇と共に、より希土類を多く含む組成へと変化していく。

【0022】従って、室温で面内、再生ビーム照射による昇温部で垂直磁化膜となる材料組成としては、図20の破線 $X_{optimum}$ に示す組成を選定すれば得られる。その許容範囲は、室温で領域(Ⅰ)と領域(Ⅱ)の境界である $X_1$ を下限とし、再生ビーム照射による昇温時で領域(Ⅰ)と領域(Ⅱ)の境界である $X_2$ を上限とする範囲である。この範囲で有れば、室温で面内、再生ビーム照射による昇温部で垂直磁化膜となる。

【0023】これらを満足するために希土類金属はGd, Tb, Dy, Ho等から選ばれる1種以上の希土類金属で実現できるが、再生パワーのマージンを大きくするためには、キュリー温度を200度以上に設定することが望ましく、そのためには希土類金属の中でもGdもしくはTbを主たる成分とすることが望ましい。

【0024】これらを満足するために遷移金属は、Fe, Coから選ばれる1種以上の遷移金属であることが望ましく、特にFeCo合金は、その組成比によって所望の



垂直磁気異方性エネルギーを調節できることから、有効である。また、特にスパッタ製膜時に基板にバイアス電圧を印加しない通常の製膜においては、補償組成近傍の垂直磁気異方性がある程度大きくするため、CoよりもFeを多く含む組成とすることが望ましい。

【0025】これらを満足する材料組成としては、例えば、Gd=26%、Fe=38%、Co=36%あるいは Tb=29%、Fe=71% などがある。

【0026】しかしながら、本発明は、RE-TM 組成に限られたものではない。本発明の第1磁性膜単体として

は室温で面内磁化、再生ビーム照射による昇温部で垂直磁化である性質のみが要求されるものである。

【0027】本発明によれば、記録マークが再生ビームのスポット径よりも小さくなくても、ビームスポットよりも小さな転写領域でのみ信号が再生されるため、前後の記録マークからの干渉により再生信号が小さくなることはなく、そのため高密度記録に伴うS/N低下は回避できる。また、それと同時に、記録トラック間を再生ビームのスポット径より狭くしても、近接トラックからのクロストークが増加することなく、狭トラックピッチによる大容量化が可能である。また、本発明によれば、第1磁性膜は再生ビームの通過後の自然冷却に伴って、自動的に面内磁化膜となるため、従来例のRAD方式に必要な大がかりな外部磁界印加手段が全く不要である。

【0028】

【実施例】

スイッチング層基本構成(RAD)

以下、本発明の第1の実施例の光磁気記録媒体について、図面を参照しながら説明する。図1(a)は、本発明の一実施例における光磁気記録媒体の構成を示すもので、図1(b)(c)はその再生動作原理を示し、(b)は断面図、(c)は上面図である。図1(a)に於いて、101は再生ビーム、102は基板、103及び104はZnSe膜からなる保護層、105はTbFeCo膜からなる第1磁性層、106はGdFeCo膜からなる第2磁性層、である。ここで、第2磁性層106を設けることが本発明の新規なところであり、それ以外の基本構成は従来の構成と同一である。ここで、各膜厚は第1磁性層105を50nm、第2磁性層106を70nm、保護層103を80nm、保護層104を100nmと設定した。第1磁性層105のTbFeCo膜の組成は、Tb=22.5%、Fe=69%、Co=8.5%で、従来から用いられている光磁気膜と同一である。また、第2磁性層106のGdFeCo膜は、室温で面内磁化膜、再生ビームの温度上昇で垂直磁化膜となるように、その組成をGd=26%、Fe=38%、Co=36%とした。

【0029】第2磁性層106のGdFeCo膜の温度に対する飽和磁化の依存性を図2に示す。この時の補償温度は180℃であり、キュリー点は350℃以上である。図2に斜線で示した部分がGdFeCo膜が外部磁界

がゼロの状態垂直磁化膜となる領域となる。本実施例では、図2に示す通り、80℃以上で垂直磁化膜となっているが、GdFeCo膜が垂直磁化膜となる温度は、GdとFeCoの組成比で簡単に変えることができ、光磁気記録媒体の再生条件(例えば線速度等)が変化しても、GdとFeCoの組成比を調整することにより簡単に最適な光磁気記録媒体を作製することができる。もちろん、線速度に応じて、再生パワーを制御することによって、最適化がはかれることは言うまでもない。

【0030】つぎに、図1(b)を参照しながら、再生原理について説明する。第1磁性層には、従来の記録方式によって記録マークが形成されている。

【0031】ところで、線速度4m/s以下の比較的遅い線速度で再生すると、記録媒体はビーム照射領域107の中心付近で温度が最大となり、周辺部に行くに従って記録媒体の温度は低下する。従って図1(b)及び(c)に示す如く、ビーム照射によって、80℃以上になる斜線領域108では、第2磁性層106が垂直磁化膜となり、交換結合力により第2磁性層に記録された記録マークが転写する。以下領域108を転写領域と呼ぶ。一方周辺部の80℃以下の領域では、第2磁性層106は面内磁化膜のままである。再生時に於ける面内磁化膜からの信号は無視し得るほど小さいために、中心部である高温の転写領域108でのみ信号が得られる。この転写領域108は、ビームスポット径よりも格段に小さくできるため、高密度に記録された信号の再生が可能となる。

【0032】また、GdFeCoはキュリー温度が約350℃以上と非常に高いために再生時のカー回転角が大きく、高S/Nとなる。信号量を示す目安である指標として、 $R\theta_k$ ( $R$ は反射率、 $\theta_k$ はカー回転角)があるが、従来一般的に用いられているTb<sub>22.5</sub>Fe<sub>69</sub>Co<sub>8.5</sub>では $R\theta_k=0.15$ 程度であるのに対し、本実施例のGdFeCoでは $R\theta_k=0.19$ である。

【0033】以上の構成の光磁気記録媒体の再生信号ノイズ比(CN比と称す)の記録マーク長依存性の測定結果を図3に示す。この再生CN比の測定は、記録に光変調記録方式を用い、レーザー波長780nm、対物レンズ開口数0.55で、ビームの半値幅が0.78μmのレーザービームを用いた。なお、光磁気記録媒体の移動速度は4m/sであり、再生時には、ビームの照射している部分、及び照射していない部分に関わらず、外部磁場は全く印加していない。

【0034】図3に於て、実線301は、本発明の光磁気記録媒体の記録マーク長とCN比の関係を示し、比較のため、従来の光磁気記録媒体の記録マーク長とCN比の関係を破線302で示す。図3から明らかなように、レーザービームスポットの半値幅よりも短い記録マーク長の領域で、本発明による光磁気記録媒体は従来のものよりCN比が高く、本発明の光磁気記録媒体が高密度記録に有効であることがわかる。

【0035】また、本発明の光磁気記録媒体において、トラックピッチ $1.4\mu\text{m}$ のクロストークは全く認められず(従来の光磁気記録媒体と比較してクロストーク量23dB程度以上低下)これは狭トラックピッチの光磁気記録媒体の実現を可能とするものである。

【0036】以上のように本発明の光磁気記録媒体は、再生時に外部磁界を印加することなく、ビームスポットの半値幅以下の短い記録マーク長に対し、S/N向上とクロストークの低減が同時に達成され、大容量でかつ高転送レートの光磁気記録装置の実現を可能とするものである。

【0037】次に、本発明の第2の実施例の光磁気記録媒体について、図面を参照しながら説明する。図4(a)は、本発明の一実施例における光磁気記録媒体の構成と動作原理を示す断面図、図4(b)はその上面図である。図5(a)に於いて、101は再生ビーム、105はTbFeCo膜からなる第1磁性層、106はGdFeCo膜からなる第2磁性層、401はTbFeCo膜から成る第3磁性層、402は再生時に印加される400oe以下の小さな印加磁界である。

【0038】なお、実際にはこれら3層の磁性膜の両側には、窒化シリコンからなる保護層を形成したが、これら保護層は従来の構成と同一であり、しかも本発明とは直接関係がないので、ここでは省略している。ここで、各膜厚は第1磁性層105を50nm、第2磁性層106を20nm、第3磁性層401を20nmと設定している。第1磁性層105、及び第2磁性層106は、第1の実施例と全く同様で、第1磁性層105のTbFeCo膜の組成は、Tb=22.5%、Fe=69%、Co=8.5%、第2磁性層106のGdFeCo膜の組成をGd=26%、Fe=38%、Co=36%とした。また、第3の磁性層401は、Tb=22%、Fe=72%、Co=6%とした結果、キュリー点は150℃である。

【0039】つぎに、図4(a)及び(b)を参照しながら、再生原理について説明する。第1磁性層には、従来の記録方式によって記録マークが形成されている。

【0040】ところで、線速度6m/s以上の比較的速い線速度で再生すると、記録媒体はビームの中心より後方で温度が最大となり、そこから周辺部に行くに従って記録媒体の温度は低下する。従って図4(a)に示す如く、ビーム照射によって、150℃以上になる領域403では、第3磁性層401の磁化が消失し、第1磁性層105と第2磁性層106相互間で交換結合が作用しなくなる。したがって、遮断領域403に面した第2磁性層106は交換結合が作用していないために、弱い外部磁界402と同一の向きに磁化される。また、ビーム照射によって、80℃以上150℃以下になる領域108では、第1磁性層105の記録マークが第3磁性層401に転写され、さらに第2磁性層106に転写される。一方80℃以下の領域では、第1磁性層105の記録マ

ークは第3磁性層401に転写されるが、第2磁性層は面内磁化膜となっているために、記録マークが転写されることはない。尚、記録マークが転写される転写領域108は、リング状になっているが、再生信号に寄与する部分はビーム照射領域の前方の斜線部のみである。この再生に寄与する斜線領域は、ビームスポット径よりも格段に小さくできるため、高密度に記録された信号の再生が可能となる。

【0041】以上の構成の光磁気記録媒体の再生信号ノイズ比(C/N比と称す)の記録マーク長依存性の測定結果を図6に示す。この再生C/N比の測定条件は、第1の実施例に示したものと、再生中に400oeの磁場を与えていること、及び線速度を8m/secにしたことを除いて全く同様である。

【0042】図5に於て、実線501は、本発明の光磁気記録媒体の記録マーク長とC/N比の関係を示し、比較のため、従来の光磁気記録媒体の記録マーク長とC/N比の関係を破線502で示す。図7から明らかなように、レーザービームスポットの半値幅よりも短い記録マーク長の領域で、本発明による光磁気記録媒体は従来のものよりC/N比が高く、本発明の光磁気記録媒体が高密度記録に有効であることがわかる。

【0043】また、本発明の光磁気記録媒体において、トラックピッチ $1.4\mu\text{m}$ のクロストークは全く認められず(従来の光磁気記録媒体と比較してクロストーク量23dB程度以上低下)これは狭トラックピッチの光磁気記録媒体の実現を可能とするものである。

【0044】以上のように本発明の光磁気記録媒体は、再生時に従来のような3Koeと言うような大きな外部磁界を印加することなく、つまり、通常の記録あるいは消去に用いる程度の小さな外部磁界を印加するだけで、ビームスポットの半値幅以下の短い記録マーク長に対し、S/N向上とクロストークの低減が同時に達成され、大容量でかつ高転送レートの光磁気記録装置の実現を可能とするものである。

【0045】次に、第3の実施例として磁界変調記録と、光変調記録の各々の記録に対し記録再生実験を行なった。実験に用いた記録媒体は、第1の実施例に示したと同一である。その結果をC/Nの記録パワー依存性として図6に示す。図6に於て、実線が磁界変調で記録した時のC/Nで、605が記録マーク長 $0.4\mu\text{m}$ 、606が記録マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 、607が記録マーク長 $0.6\mu\text{m}$ である。また、破線は光変調で記録した時のC/Nであり、601が記録マーク長 $0.4\mu\text{m}$ 、602が記録マーク長 $0.5\mu\text{m}$ 、603が記録マーク長 $0.6\mu\text{m}$ 、604が記録マーク長 $0.7\mu\text{m}$ である。尚、再生条件は第1の実施例と同一である。

【0046】実用可能なC/Nは、ISO標準規格にも示されている通り、45dBである。図6からわかる通り、記録パワーを最適に設定すれば磁界変調記録、光変

調記録を問わず、記録マーク長 $0.4\mu\text{m}$ 以上で $C/N45\text{ dB}$ 以上が得られ、本発明による高密度化が確認できる。しかしながら、 $C/N45\text{ dB}$ 以上が得られる記録パワーの許容範囲(パワーマージン)は、ビームのデフォーカス、光軸に対する記録媒体の傾き、パワー設定誤差\*

	磁界変調記録	光変調記録
記録マーク長 $0.4\mu\text{m}$	$PM_5 : \pm 25\%$	$PM_5 : \pm 0.9\%$
記録マーク長 $0.5\mu\text{m}$	$PM_5 : \pm 50\%$ 以上	$PM_5 : \pm 1.8\%$
記録マーク長 $0.6\mu\text{m}$	"	$PM_5 : \pm 10\%$
記録マーク長 $0.7\mu\text{m}$		$PM_5 : \pm 21\%$

つまり光変調記録にて記録を行なった場合、設定値に対し $\pm 20\%$ 程度のパワーマージンを確保しようとする、記録マーク長は $0.7\mu\text{m}$ 以上になくなくてはならず、本発明の最大の特徴であるところの、高密度記録に対し十分な効果を発揮し難い。

【0048】これに対し、磁界変調にて記録を行なった場合、記録マーク長 $0.4\mu\text{m}$ に対しても、設定値に対し $\pm 20\%$ 以上のパワーマージンが確保される。このことは、本発明の光磁気記録媒体は、特に磁界変調記録を用いることにより、容易に高密度化が図れることを意味する。

【0049】尚、光変調記録で高密度記録を行なう場合は、記録前に都度パワー設定のための学習をするなどして、少ないパワーマージンでも記録再生を実現する特別の手だてが必要である。

【0050】次に、本発明の第4の実施例の光磁気記録媒体について、図面を参照しながら説明する。図7(a)は、本発明の第5の実施例における光磁気記録媒体の構成を示すもので、図7(b)は、その記録再生特性を示す。第5の実施例における光磁気記録媒体の構成に於いて、第1の実施例である図1(a)と異なる点は、熱拡散層701を設けていることである。熱拡散層701はAl薄膜で構成している。その他の基板102、保護膜103、104、第1磁性層105、第2磁性層106は、すべて第1の実施例と同一である。

【0051】この構成の光磁気記録媒体を用い、種々の線速度にての記録再生特性を測定した。その結果を図7(b)に示す。図7(b)に於いて、実線がシグナルレベルで、破線が最適再生パワーである。また、各々に対し、702及び705が熱拡散層701を設けない場合、703及び706が熱拡散層701としてAlを $50\text{ nm}$ 設けた場合、704及び707が熱拡散層701としてAlを $100\text{ nm}$ 設けた場合である。尚、最適再生パワーとは、再生パワー照射によって、第1磁性層から第2磁性層に転写される領域(以下転写領域と称す)の幅(トラック方向)が $0.8\mu\text{m}$ になるところである。尚、この最適再生パワーは、トラックピッチ $0.8\mu\text{m}$ で $0.8\mu\text{m}$ の記録マーク幅を記録したものを隣接トラックでクロストークが $-30\text{ dB}$ 以下となる再生パワーとして決定した。また、シグナルレベルについては、各構成共に、再生パワ

\*等を考慮すると、設定値に対し $\pm 20\%$ 程度を確保しなくてはならない。そこで、図6に於て、 $C/N45\text{ dB}$ 以上が得られる記録パワーの許容範囲 $PM_5 \sim PM_6$ を算出すると、以下の様になる。

【0047】

一によるシグナル変動分を補正している。したがって、このシグナルレベルの線速依存性は、ビーム照射領域に対する転写領域の位置と形状に依存するものである。

【0052】図7(b)からわかる通り、熱拡散層701を設けない場合は線速の増大とともにシグナルが急激に減少する。これは、線速が遅いときは、再生ビーム照射領域のほぼ中央に、転写領域108が存在するのに対し、線速が速くなると再生ビーム照射領域に対し、転写領域108が後方にずれてくるためである。

【0053】一方、熱拡散層701を $100\text{ nm}$ 設けた場合は、線速の増大に伴うシグナルの減少は殆ど見られない。これは、ビーム照射とはほぼ同時に急激に熱が拡散し、線速が速くなっても、再生ビーム照射領域107のほぼ中央に、転写領域108が存在するためである。しかしながら、熱拡散層701が厚くなると、再生パワーもそれに伴って増大させる必要がある。一般に、記録パワーは、再生パワーの3~4倍のパワーを必要とすること、記録媒体投入パワーは最大 $15\text{ mW}$ 程度であることを考えると、熱拡散層19にAlを用いた場合は、 $100\text{ nm}$ 以下であることが望ましい。

【0054】これらのことからわかる通り、本発明に於いて、再生時の転写領域を再生ビームの中心付近に位置させるために、熱拡散層を設けることは有効な方法である。また、熱拡散層を設けない場合には $4\text{ m/sec}$ 以下の低線速で用いることが有効である。

【0055】本実施例では熱拡散層として、Alを用いたが、光磁気薄膜より大きな熱伝導を示す材料であればいづれの材料でも同様の効果が得られる。例えば、Ag, AuあるいはAlにTi, Cr等を添加した材料等が好適である。また、 $10 \sim 20\text{ nm}$ の誘電体膜を介して大きな熱伝導を示す材料を積層することも有効である。

【0056】次に、本発明の第5の実施例の光磁気記録媒体について、図面を参照しながら説明する。図8はトラックガイドのための溝付きディスクの再生時の構成を示すものであり、105は第1磁性層、106は第2磁性層、802は溝凹部、801は溝凸部、107は再生ビーム照射領域、108は第1磁性層の磁化が第2磁性層に転写する転写領域であ。

【0057】ところで、本発明によると、再生ビーム照射領域107に対し、転写領域108は小さい領域に限

定され、記録媒体走行方向に対する記録密度が向上するだけでなく、トラッククロス方向に対する記録密度をも向上させることができる。しかしながら、従来のように溝凸部のみ、あるいは溝凹部のみを使用し、トラックピッチを再生ビーム径以下にすると、急激にトラッキングエラー信号が小さくなってトラッキングサーボが不安定になる。そこで、溝凹部と溝凸部の両者に信号を記録し、トラッキングエラー信号の低下を招くことなく、実質的なトラックピッチを1/2にすることが提案されている(特開昭57-138065号公報)。しかしながら、従来の再生方式では、ビーム照射領域の全てから信号を拾うため、トラックピッチをビーム径より小さくすると、隣接トラックからのクロストークが増大し、溝凹部と溝凸部の両者に信号を記録する効果は得られなかった。

【0058】更に具体的な例を挙げて説明するならば、再生光学系のレーザー波長が830nm、NA0.55の場合、隣接トラックからのクロストークの影響で、トラックピッチは1.4μmが限界であった。ところが、この光学系で、トラックピッチ1.4μmは、溝凸部のみに記録する構成としても、十分なトラッキングエラー信号を得ることが出来るため、敢えて溝凹部と溝凸部の両者を使用する必要はない。

【0059】しかしながら、本発明によると、再生ビーム照射領域107に対し、転写領域108は小さい領域に限定されるため、トラックピッチ0.8μmに短縮してもクロストーク量を十分小さくできる。

【0060】本発明によると、トラックピッチの限界は、クロストーク量よりも、記録のパワーマージンで規定される。つまり、記録時に過剰パワーで記録すると、隣接トラックに記録されたデータを破壊してしまうためである。図9に、本発明による磁界変調記録での記録パワーマージン及びトラッキングエラー信号のトラックピッチ依存性を示す。測定に用いた記録膜の構成は第1の実施例と同じで、4m/secで行なった。図9に於いて、901が本発明の光磁気記録媒体の記録パワーマージン、902が溝凹部と溝凸部の両者を記録トラックとしたときのトラッキングエラー信号、903が溝凸部のみを記録トラックとしたときのトラッキングエラー信号である。

【0061】図からわかる通り、簡単な学習で使用可能な記録パワーマージン15%が得られる、最小トラックピッチは1.0μmである。このとき、溝凹部と溝凸部の両者を記録トラックとした場合に比較して、溝凸部のみを記録トラックとすると、トラッキングエラー信号は8%以下に激減し、安定したトラッキングサーボが得られない。

【0062】そこで、図8に示す如く、トラックピッチ1.0μmで、溝凹部と溝凸部の両者を記録トラックとした記録媒体を作成し、記録再生を行なった結果、安定し

たサーボ特性と共に、クロストークも全く認められず、十分使用できることが確認できた。

【0063】尚、本実施例のトラックピッチ1.0μmは、レーザー波長λを830nm、レンズ開口数NAを0.55とした場合の限界を示すものであり、異なる波長、異なる開口数に対するトラックピッチの限界は(λ/NA)に比例する。従って、例えばλ=680nm、NA=0.55の場合のトラックピッチ限界は、約0.8μmとなる。

【0064】次に、本発明の第6の実施例の光磁気記録媒体について、図面を参照しながら説明する。図10は、本発明の一実施例における光磁気記録媒体の構成を示すものである。図10に於いて、1001は再生パワーの設定値を学習するための専用領域、1002はデータの記録を行なうデータ領域である。再生パワー学習専用領域1001には、予め、ユーザーの手に届く前に、基準の信号が記録されており、更にその領域の先頭には、ユーザー記録禁止のための識別コードがはいっている。これらの構成の光磁気記録媒体を2つ用いた。なお、記録媒体の膜構成は、第1の実施例に示したものと同一であるが、2つのディスクの一方は、第2磁性層が面内磁化膜から垂直磁化膜となる温度が80℃であり(ディスクA)、他方のそれは、140℃である(ディスクB)。この特性は、GdFeCoのGd組成を約1.2%増加させることによって実現した。なお、ディスクA、ディスクB共に記録感度は同じである。

【0065】次に、図10に示すように、2つのディスクをそれぞれ最小マーク長が0.5μmとなるように、2/7変調信号で磁界変調記録を行い、それを再生しバイトエラーレートを測定した。その結果を、図11に示す。尚、光磁気記録媒体は、溝の凹部と凸部の両者を記録トラックとして用い、トラックピッチは1.0μmである。また、記録パワーは、記録マークの幅が1.2μmとなるよう、4.5mWに設定した。尚、ここで言う記録マークの幅が1.2μmと言うのは必ずしも正確ではない。より正確に表現するならば、トラックピッチ1.0μmの記録媒体に、最初に1トラック記録を行い、次にその両隣のトラックに記録した後、顕微鏡観測した結果、最初に記録したトラックの記録マークの幅が0.8μmになるパワーである。この記録パワーは、記録パワーの許容範囲の上限を意味するものである。図13の結果は、このようにして最初に記録されたトラックのバイトエラーレートを測定したものである。

【0066】余裕を持ってエラー訂正を行なうためには、バイトエラーレートは $10^{-4}$ 以下であることが望ましい。そのためには、図11からわかる通り、ディスクAの再生パワーは1.0~1.1mWの範囲にしなくてはならないのに対し、ディスクBの再生パワーは1.9~2.2mWの範囲にしなくてはならない。したがって、各々のディスクに対し再生パワーの許容範囲がそれほど広くないために、単一の再生パワー設定では記録媒体バラツキを吸収するこ

とが困難であり、都度再生パワーの最適化を図ることが望ましい。

【0067】そこで、図10に示す通り、円盤状の光磁気記録媒体に対し、内周から外周にかけて離散的に再生パワー設定のための再生パワー学習専用領域1001を設けたディスクを用意した。これは、CAVで回転させた場合に特に有効である。その理由は、CAVの場合、回転数一定のため、再生する半径位置に応じて線速度が変化する。そこで、本実施例の光磁気記録媒体を用いれば、線速度変化に伴う再生パワー設定値の切り替えも、再生する位置の最も近い再生パワー学習専用領域1001で正確に再生パワーの設定が出来ることとなる。

【0068】また、使用中に記録再生装置内の温度が変化するために、再生パワーが実質的にずれて再生時にエラーが増加する場合に対しても、都度、再生する位置の最も近い再生パワー学習専用領域1001で正確に再生パワーの再設定が出来ることとなる。

【0069】このように再生パワー学習領域を設けたディスクを用い、図21に示す再生装置によって、上記AB2つのディスクの再生を行なった。図21に於て、2101は光学ヘッド、2102は再生パワー学習領域へのアクセス手段、2103は再生パワーの切り替え手段、2104は再生信号検出器、2105は再生された光磁気信号のエラーを検出するエラー検出器、2106は、前記検出されたエラーと基準値を比較する比較することによって設定すべき再生パワーを判断する判断器である。

【0070】次に図21に示す再生装置を用いての、再生パワー学習の方法について述べる。光学ヘッド2101により集光されたレーザーパワーが初期パワー設定値に保たれたまま、再生パワー学習領域へのアクセス手段2102により、図10に於ける再生パワー学習領域1001にアクセスさせる。尚、ここで初期パワー設定値は、図11に示されるディスクABいずれに於いても再生パワーが高すぎない値として、1.1mW以下に設定されるべきである。また、望ましくは、周囲温度のバラツキ、フォーカスサーボ、トラッキングサーボ等の安定性を勘案すると、0.5~0.8mWとすることが最適である。

【0071】再生パワー学習領域にアクセスされた光学ヘッド2101からは光磁気再生信号検出器2104により、2値化された信号が得られ、更にエラー検出器2105によって、再生パワー学習領域1001に記録された信号のエラーを検出する。その後、判断器2106により、検出されたエラーと予め設定されたエラー基準値Aとを比較して、再生パワーが適切か否かを判断する。もし、検出されたエラーが、エラー基準値Aよりも上回っている場合は、再生パワーをわずかに増加させて、繰り返しエラーを検出し、再度、再生パワーが適切か否かを判断する。もし、検出されたエラーが、エラー基準値Aよりも小さかった場合には、その再生パワーでデータの再生をおこなう。

【0072】ここで、エラー基準値は $10^{-4}$ 程度のバイトエラーレートが望ましい。また、エラーが基準値以下となるまで順次再生パワーを増加していく時のステップ間隔は、図11の特性から解るとおり、0.2mW以下の刻みでなくてはならない。しかしながら、あまりに小さい刻みで再生パワーを切り替えると、再生パワー設定のための学習に多大の時間を費やすこととなり、望ましくは0.05mW~0.2mWの範囲に設定すべきである。

【0073】このような方法で、上述のA、Bのディスクを用い再生を行なった結果、ディスクAに対しては1.0mW、ディスクBに対しては1.9mWの最適再生パワーが設定され、両ディスクとも、問題なくエラー訂正の動作が確認できた。

【0074】なお、再生パワー学習専用領域1001を用いて再生パワーを設定する方法としては、上述の如く、再生パワーを0.8mW程度から順次0.1mWずつ増加させながらエラーを検出し、エラーが十分小さくなった最小パワーで再生する方法がある。また、同様に再生パワーを順次増加させながらエラーを検出し、エラーが十分小さくなる最小パワーと最大パワーの両者からその中間パワーを設定する方法も有効である。

【0075】また、再生パワー学習専用領域1001間の再生パワー設定は、その内周側、外周側の再生パワー学習専用領域1001から求められた設定パワーから算出することも有効である。特にCLV等の場合は、図12(a)に示すように、内外周の2箇所再生パワー学習専用領域1001を設ける、あるいは図12(b)に示すように、内周のみに再生パワー学習専用領域1001を設ける、あるいは図12(c)に示すように、外周のみに再生パワー学習専用領域1001を設けることで十分である。

【0076】また、再生パワーの設定を確実にするため、再生パワー学習専用領域1001に記録される信号は、最悪状態に記録されていることが望ましく、通常の記録より、やや高めめの記録パワーで記録されることが望ましい。また、図13に示す如く、再生パワー学習専用領域1001のトラックピッチをデータ領域1002よりもやや小さくすることも有効である。

【0077】次に、第7の実施例として、第1の実施例と同様な構成で第2磁性層が面内磁化膜から垂直磁化膜となるスイッチング温度が異なる光磁気記録媒体を作成した。その作成方法は第7の実施例と同様、GdFeCoのGd組成を変えることによって実現している。これら種々のスイッチング温度を有する光磁気記録媒体の特性を測定した。

【0078】ところで、第2磁性層が面内磁化膜から垂直磁化膜となるスイッチング温度が低すぎると、通常に用いられる再生パワーよりもはるかに低い再生パワーで、第1磁性層105の磁化が第2磁性層106へ転写してしまう。その結果、通常の再生パワーでは、転写領域が大きくなりすぎて、十分な高密度再生ができない。



つまりクロストークの増大のため、エラーが大きくなる。この現象は、室温の上昇とともに、顕著となる。

【0079】そこで、室温50℃に於いて、エラーが $10^{-4}$ 以下である、最大再生パワーを求めた。その結果を図14の曲線1401に示す。通常、サーボ、再生信号の両者が安定して再生できるためには、0.7mW以上の再生パワーが必要である。図14によると、50℃に於て0.7mW以上の再生パワーが許されるのは、第2磁性層106のスイッチング温度は80℃以上である必要がある。

【0080】一方、第2磁性層が面内磁化膜から垂直磁化膜となるスイッチング温度が高すぎると、第1磁性膜のキュリー点との差が少なくなり、十分な転写領域を確保できない状態で、第1磁性層に記録されたデータを破壊してしまう。

【0081】そこで、第1磁性層に記録されたデータを破壊することなく、エラーが $10^{-4}$ 以下となる再生パワー範囲を求めた。その結果を図14の曲線1402に示す。なお、本実施例に用いた第1磁性層のキュリー点は、いづれも200℃である。ところで、再生パワーマージンは、第7の実施例に基づく再生パワー学習を用いると、再生パワー許容範囲 $\pm 7\%$ 以上あれば十分である。図からわかる通り、再生パワー許容範囲 $\pm 7\%$ 以上を得るためには、第2磁性層のスイッチング温度は163℃以下である必要がある。しかしながら、この値は、第1磁性層105のキュリー点が200℃の場合であり、第1磁性層のキュリー点を下げると、第2磁性層のスイッチング温度は $0.8 \times T_{c1}$ 以下にすべきである。

【0082】以上、第2磁性層が面内磁化膜から垂直磁化膜となるスイッチング温度についてまとめると、そのスイッチング温度は、80℃以上、 $0.8 \times T_{c1}$ 以下の範囲で、本発明は有効である。

【0083】次に、第8の実施例として、トラック間にガードバンドを設けた光磁気記録媒体を作製した。トラックピッチは $1.0 \mu m$ である。その構成を図15に示す。図15(b)が断面図で、(a)が上面図である。磁性膜の構成は、第1の実施例に示したと同一で、第1磁性層105と第2磁性層106が積層されている。尚、実際に作製した記録媒体は全面にわたって第1磁性層105と第2磁性層106が積層されているが、図15では、わかり易くするために、左半分が積層された状態、右半分が第1磁性層105のみの状態を示している。尚、記録マーク1503は第1磁性層に保存されている。

【0084】本実施例の構成では記録トラック1502の間に、ガードバンド1501が設けられている。ところで、通常の記録よりも強い光ビームをトラック間に照射すると、磁性膜の垂直異方性が低下し、温度によらず安定した面内磁化膜が形成される。ガードバンド1501は、この現象を利用し、成膜後に集光したArレーザービームをトラック間走査させることによって作製した。このようにして作製されたガードバンドは、もともと

と垂直異方性エネルギーの小さい第2磁性層のみに形成され、もともと大きな垂直異方性エネルギーを有する第1磁性層は、ガードバンド作製後も垂直磁化膜は保存されている。尚、ガードバンド1501の幅は、 $0.3 \mu m$ であった。

【0085】ガードバンド部分は温度によらず面内磁化膜であるために、転写領域108のトラック幅は制限を受け、中央の部分からの信号のみを拾うことが出来る。このことは、狭トラックピッチに記録した場合でも、再生パワー増大によるクロストークを激減させ、再生パワーマージンを増加させるものである。

【0086】本実施例の、ガードバンドを設けた記録媒体を用い、第7の実施例と同様の測定で再生パワーマージンを測定した結果、 $\pm 20\%$ の再生パワーマージンを得ることができた。ちなみにガードバンドを設けていない記録媒体を、同様に再生パワーマージンを測定した結果、 $\pm 8\%$ であり、2.5倍の再生パワーマージン拡大効果が確認された。

【0087】次に、第9の実施例として、第2の実施例のトラック間にガードバンドを設けた光磁気記録媒体を作製した。トラックピッチは $1.0 \mu m$ である。その構成を図16に示す。図16(b)が断面図で、(a)が上面図である。磁性膜の構成は、第2の実施例に示したと同一で、第1磁性層105と第2磁性層106の間に第3の磁性層401が積層されている。尚、実際に作製した記録媒体は全面にわたって第1磁性層105と第2磁性層106と第3の磁性層401が積層されているが、図16(a)のわかり易くするために、左半分が積層された状態、右半分が第1磁性層105のみの状態を示している。尚、記録マーク1603は第1磁性層に保存されている。

【0088】本実施例の構成では記録トラック1502の間に、ガードバンド1501が設けられている。ガードバンド1501の形成方法は、第8の実施例と同様である。

【0089】このようにガードバンドが設けられた記録媒体に、再生ビームを照射が照射される場合の、再生ビーム照射領域を107に示し、転写領域を108に示す。ガードバンド部分は温度によらず面内磁化膜であるために、転写領域108のトラック幅は制限を受け、中央の部分からの信号のみを拾うことが出来る。このことは、狭トラックピッチに記録した場合でも、再生パワー増大によるクロストークを激減させ、再生パワーマージンを増加させるものである。

【0090】本実施例の、ガードバンドを設けた記録媒体を用い、第8の実施例と同様の測定で再生パワーマージンを測定した結果、第9の実施例と同様、 $\pm 20\%$ の再生パワーマージンを得ることができた。ちなみにガードバンドを設けていない記録媒体を、同様に再生パワーマージンを測定した結果、トラックピッチ $1.0 \mu m$ では殆どゼロあり、絶大なる再生パワーマージン拡大効果が

確認された。

【0091】次に、第10の実施例として、第2の実施例と同様な構成で第1磁性層の保磁力が異なる光磁気記録媒体を作成した。その作成方法は第2の実施例の第1磁性膜の組成に対し、Tbを増減することによって実現している。これらの組成に対する保磁力を図17の曲線1701に、10<sup>6</sup>回の連続再生後のC/Nを曲線1702に示す。尚この時の再生条件は、再生磁場400oe、再生パワー2.0mWである。

【0092】この図からわかる通り、少なくとも再生磁場を印加した状態で再生するときは、第1磁性層TbFeCoとして、Tb21%以上、26%以下、あるいは保磁力で規定するならば、遷移金属の磁化が優勢の組成に対しては12Koe以上、希土類金属の磁化が優勢の組成に対しては、8Koe以上の特性を有することが必要である。

【0093】これに対し、第1の実施例の構成のように、再生磁場を全く必要としない場合は、遷移金属の磁化が優勢の組成に対しては7Koe以上あれば良い。

【0094】以上、第1の実施例によれば、第1の磁性層と第2の磁性層で構成され、第2の磁性層は

(1) 室温時には面内磁化膜、再生ビーム照射による昇温時には垂直磁化膜という温度変化に対する磁気異方性のスイッチング機能、

(2) 再生ビームに対し、再生信号を与える再生機能という2つの機能を持っている。しかしながら、上記2つの機能を別個の磁性層に担わせることができる。その場合、図18(b)に示される如く、第1磁性層105、第2磁性層106に加えて光投入側に第4の磁性層1802を設ける必要がある。この場合、第1磁性層としてはRθkが小さくても良い反面、第3磁性層として、大きな再生信号を得るためにRθkが大きく、且つ保磁力が小さいことが望ましい。これは、記録消去などに用いられる程度の小さい磁界の印加手段402で一方向に磁化の向きを揃えるためである。これらを満足する磁性材料として、GdFe、GdCo、ガーネット系、MnBi系などが好適である。

【0095】また、第1の実施例は、第1磁性層105、第2磁性層106の磁性膜2層構造としたが、交換結合力の制御を容易にするため、第1磁性層105と第2磁性層106の間に交換結合力制御層を設けることも有効である。この交換結合力制御層としては、単体では希土類/遷移金属を室温からキュリー点に至るまで面内磁化膜である組成とし、その膜厚を10nm以下にすることが望ましい。

【0096】また、第2の実施例では、第1の磁性層は従来の光磁気膜が用いられ、第1の磁性層は記録された情報を蓄える機能を有している。一方、第2の磁性層、第3の磁性層は、

(1) 再生ビームに対し、再生信号を与える再生機能

(2) 室温時には面内磁化膜、再生ビーム照射による昇温時には垂直磁化膜という温度変化に対する磁気異方性のスイッチング機能

(3) 再生ビーム照射により、最も高温になった部分に対し、交換結合を遮断するという遮断機能を担っている。

【0097】本発明のより本質的且つ新規な部分は、上記(2)の室温時には面内磁化膜、再生ビーム照射による昇温時には垂直磁化膜という温度変化に対する磁気異方性のスイッチング機能を有する膜を用いた光磁気記録媒体を実現することである。また、記録媒体として上記(1)の機能を備えることは必須の要件であるが、(3)の機能に関しては必須の要件ではなく、高線速度時には備えることが望ましい要件である。

【0098】第1の実施例では、上記(1)(2)のみの機能を有する構成を示している。(1)(2)の機能を1つの磁性層で実現する構成の一例が図1に示す構成であり、(1)の機能と(2)の機能を異なる磁性層で実現する構成が図18(b)に示す構成である。

【0099】第2の実施例では、上記(1)(2)(3)の機能を有する構成の一例として、(1)(2)を一つの磁性層で、(3)を他の磁性層で実現する構成を示した。しかしながら、この他にも、(2)(3)を一つの磁性層で、(1)を他の磁性層で実現することが可能である。それを図18(a)に示す。図18(a)の構成は図18(b)の構成で第2磁性層106のキュリー点を150℃程度に設定することで実現できる。その一例はGd<sub>2</sub>Fe<sub>3</sub>Co<sub>3</sub>からDy<sub>2</sub>Fe<sub>3</sub>Co<sub>3</sub>に変えることで実現できる。このことにより、100℃以下では面内磁化膜、100℃以上で垂直磁化膜で、キュリー点150℃の膜が得られる。第1磁性層105に、この膜を第2磁性層106として積層し、さらに第5磁性層1801を積層することにより、第2磁性層106が垂直磁化膜となっている部分のみ、第1磁性層105に記録された記録マークを、第5磁性層1801に転写させることができる。

【0100】一方上記(1)と(3)の機能を一つの磁性膜で実現することは可能であるが、好ましくはない。その理由は、(3)の機能を希土類/遷移金属のキュリー点を利用して実現しようとする、キュリー点を160℃以下にする必要があるが、その場合、カー回転角の低下を招き、十分な再生特性を得ることが困難となるためである。

【0101】また、上記(1)(2)(3)の各機能をすべて異なる磁性層に担わすことも可能である。その一例を図19に示す。この場合、(1)の機能を有する第5磁性層1801は、光投入側に配置されなくてはならないが、(2)の機能を有する第2の磁性層106と、(3)の機能を有する第3の磁性層401は、図19(a)(b)に示す通り、いずれが光投入側にあってもよい。

【0102】このように、本発明は室温時には面内磁化

膜、再生ビーム照射による昇温時には垂直磁化膜という温度変化に対する磁気異方性のスイッチング機能を有する磁性膜に加えて、種々の機能を有する膜を積層して用いることができる。

【0103】なお、本実施例では、第1磁性膜105としてGdFeCo膜を用いたが、これは本実施例の一例を示すのみで、もちろん本発明の全てではない。本発明によると、第1磁性膜105は、室温で面内磁化膜、再生ビーム照射による昇温部で垂直磁化膜であれば有効である。これを実現する材料としては、室温での補償組成よりも希土類を過剰に含む希土類/遷移金属合金があり、これらはGd、Tb、Dy、Ho等から選ばれる1種以上の希土類とFe、Coから選ばれる1種以上の遷移金属からなる合金で実現できる。つまり、これらフェリ磁性材料の補償温度は室温より高いために、室温からの温度上昇と共に飽和磁化 $M_s$ は著しく減少する。すると垂直磁気異方性エネルギー $K_u$ に対し、垂直磁化膜となる条件

$$2\pi(M_s)^2 < K_u$$

を満足することとなり、再生ビーム照射に伴う温度上昇によって垂直磁化膜となる。したがって、本発明の第1磁性膜105はこれらの材料すべてに有効である。

#### 【0104】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、記録マークが再生ビームのスポット径よりも小さくなくても、ビームスポットよりも小さな転写領域でのみ信号が再生されるため、前記の記録マークからの干渉により再生信号が小さくなることはなく、そのため高密度記録に伴うS/N低下は回避できる。また、それと同時に、記録トラック間を再生ビームのスポット径より狭くしても、近接トラックからのクロストークが増加することなく、狭トラックピッチによる大容量化が可能である。また、本発明によれば、第1磁性膜は再生ビームの通過後の自然冷却に伴って、自動的に面内磁化膜となるため、従来例のRAD方式に必要である大がかりな外部磁界印加手段が全く不要である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における光磁気記録媒体の構成図および動作原理を示す断面図、上面図である。

【図2】本発明の第1の実施例における第1磁性層の磁気特性図である。

【図3】本発明の第1の実施例の記録再生特性図である。

【図4】本発明の第2の実施例における光磁気記録媒体の構成図および動作原理を示す断面図、上面図である。

【図5】本発明の第2の実施例の記録再生特性図である。

【図6】本発明の第3の実施例における記録パワー依存性を示す特性図である。

【図7】本発明の第4の実施例における構成図およびその線速度依存性を示す特性図である。

【図8】本発明の第5の実施例における構成図である。

【図9】本発明の第5の実施例における特性図である。

【図10】本発明の第6の実施例における構成図である。

【図11】本発明の第6の実施例における特性図である。

【図12】本発明の別の実施例における構成図である。

【図13】本発明の別の実施例における構成図である。

【図14】本発明の第7の実施例における特性図である。

【図15】本発明の第8の実施例における構成図である。

【図16】本発明の第9の実施例における構成図である。

【図17】本発明の第10の実施例における特性図である。

【図18】本発明の別の構成図である。

【図19】本発明の別の構成図である。

【図20】本発明の第2磁性膜の材料組成範囲を示す特性図である。

【図21】本発明の再生パワー学習再生装置のブロック図である。

#### 【符号の説明】

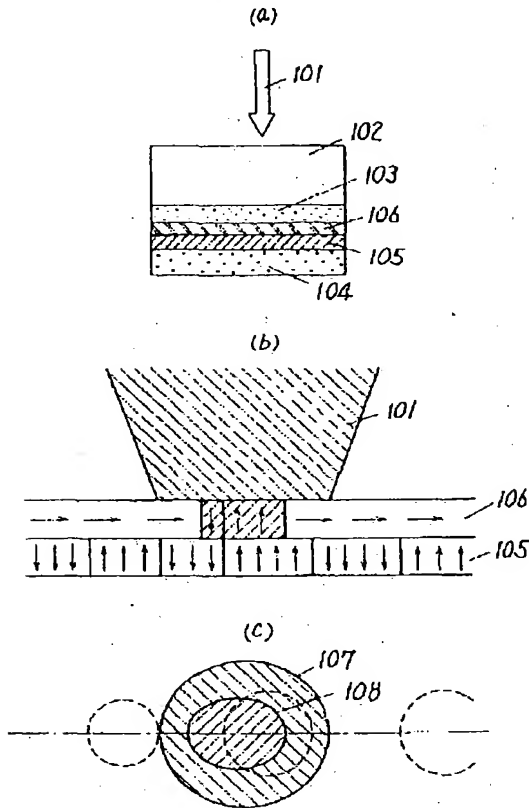
101…再生ビーム、102…基板、103、104…保護層、105…第1磁性層、106…第2磁性層、107…ビーム照射領域、108…再生領域、401…第3磁性層、402…再生時の外部印加磁界、403…遮断領域、501…本発明における記録マーク長とCN比の関係、502…従来例における記録マーク長とCN比の関係、601…マーク長0.4 $\mu$ mにおける光変調記録特性、602…マーク長0.5 $\mu$ mにおける光変調記録特性、603…マーク長0.6 $\mu$ mにおける光変調記録特性、604…マーク長0.7 $\mu$ mにおける光変調記録特性、605…マーク長0.4 $\mu$ mにおける磁界変調記録特性、606…マーク長0.5 $\mu$ mにおける磁界変調記録特性、607…マーク長0.6 $\mu$ mにおける磁界変調記録特性、701…熱拡散層、702…熱拡散層を設けないときのシグナル特性、703…50nmの熱拡散層を設けたときのシグナル特性、704…100nmの熱拡散層を設けたときのシグナル特性、705…熱拡散層を設けないときの最適再生パワー特性、706…50nmの熱拡散層を設けたときの再生パワー特性、707…100nmの熱拡散層を設けたときの再生パワー特性、802…溝凹部、801…溝凸部、901…本実施例における記録パワーマージン、902…本実施例におけるトラッキングエラー信号、903…溝凸部のみを記録トラックとしたときのトラッキングエラー信号、1001…再生パワー学習専用領域、1002…データ領域、1401…最大再生パワー、1402…再生パワー許容範囲、



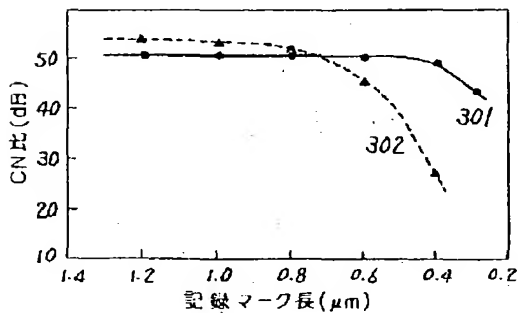
23

1503…記録マーク、1502…記録トラック、  
1501…ガードバンド、1701…保磁力の組成  
依存性、1702…連続再生後のC/N、1801  
…第5磁性層、1802…第4の磁性層、2101

【図1】



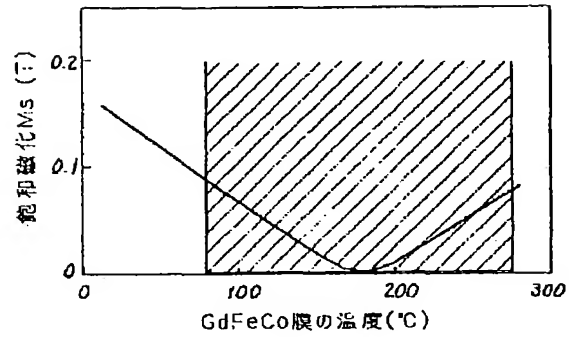
【図3】



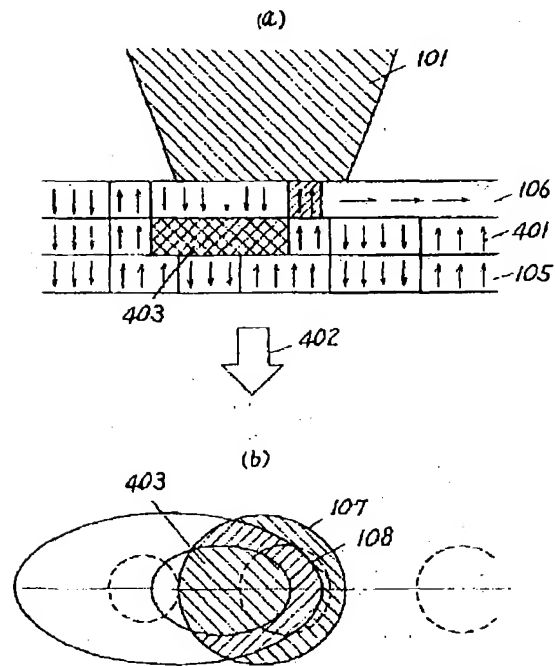
24

…光学ヘッド、2102…再生パワー学習領域へのア  
クセス手段、2103…再生パワーの切り替え手段、  
2104…再生信号検出器、2105…エラー検出  
器、2106…判断器。

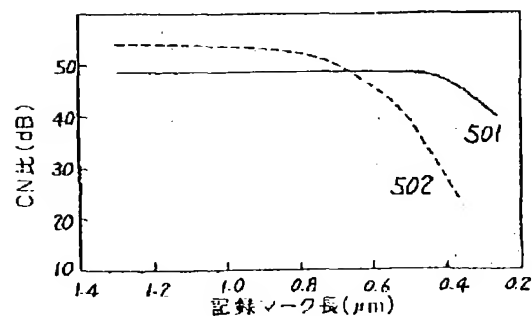
【図2】



【図4】

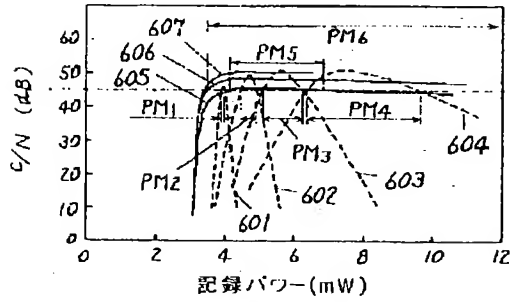


【図5】

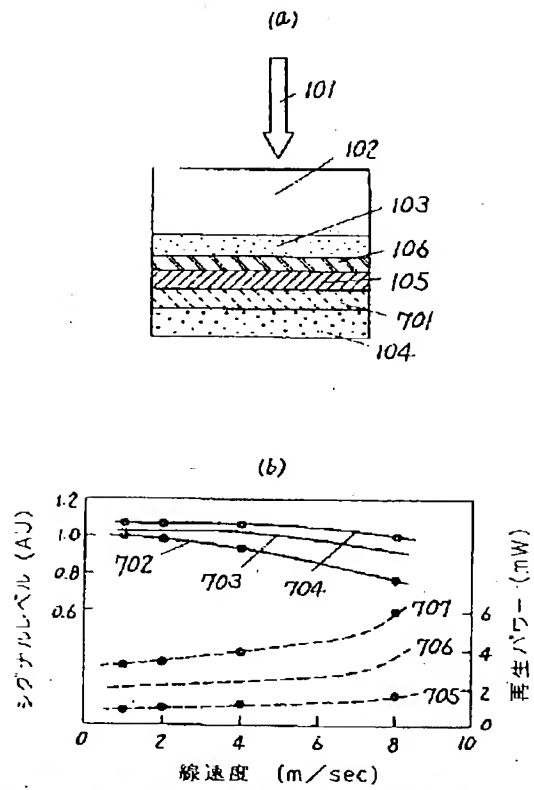


【図6】

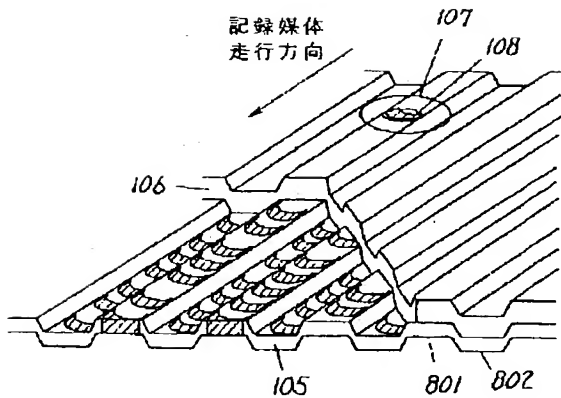
	磁界変調記録	光変調記録
記録マーク長 0.4 $\mu\text{m}$	605	601
記録マーク長 0.5 $\mu\text{m}$	606	602
記録マーク長 0.6 $\mu\text{m}$	607	603
記録マーク長 0.7 $\mu\text{m}$		604



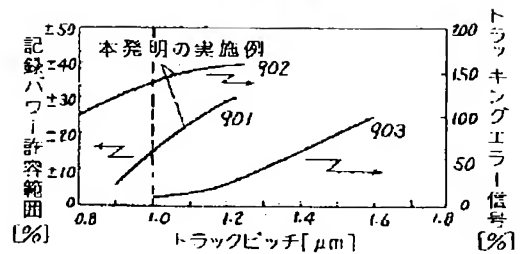
【図7】



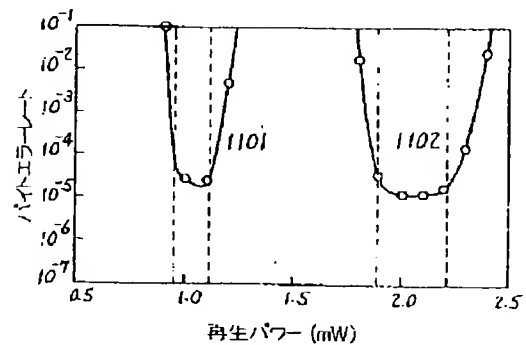
【図8】



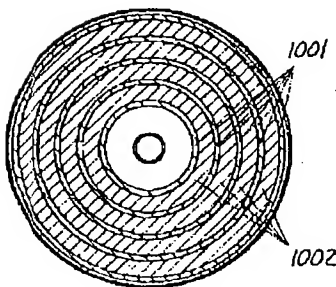
【図9】



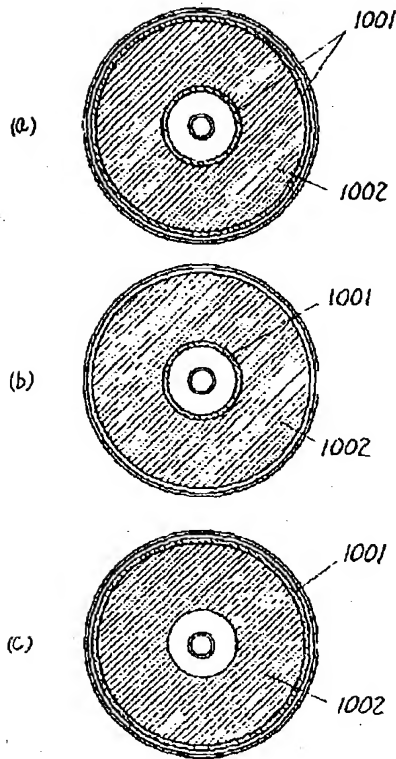
【図11】



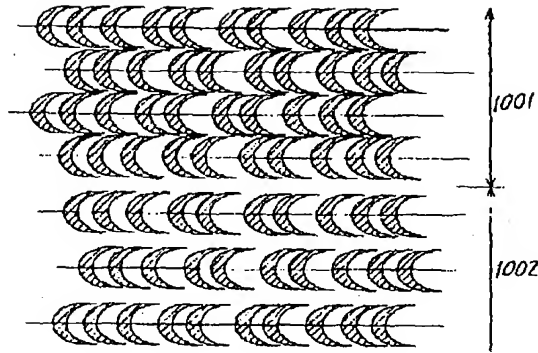
【図10】



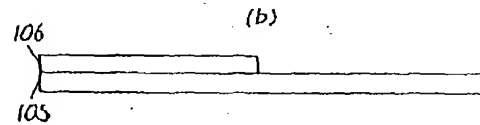
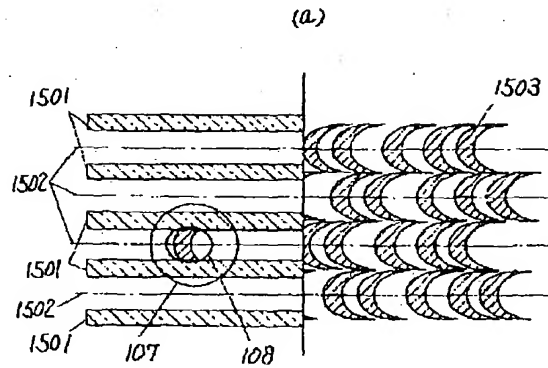
【図12】



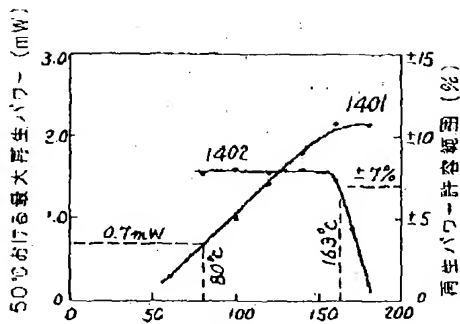
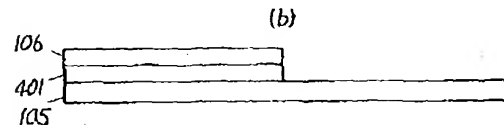
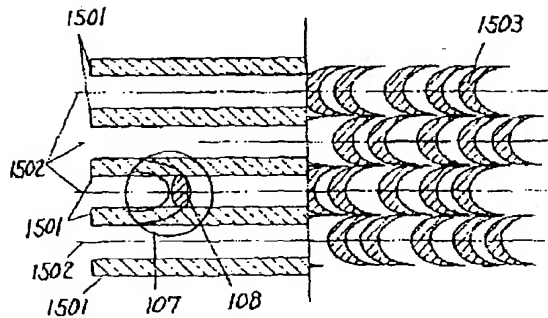
【図13】



【図15】

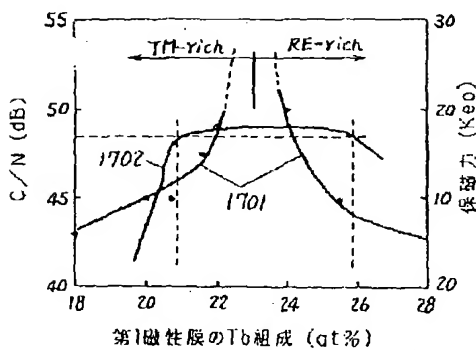


【図16】

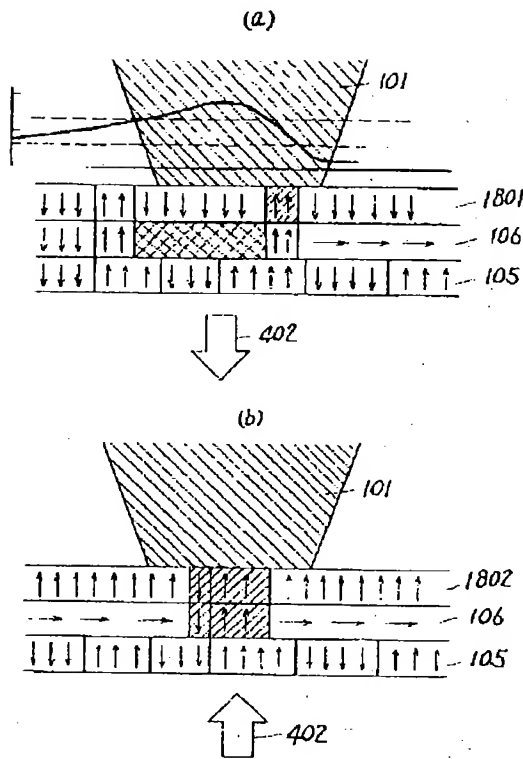


面内磁化膜から垂直磁化膜へのスイッチング温度 (°C)

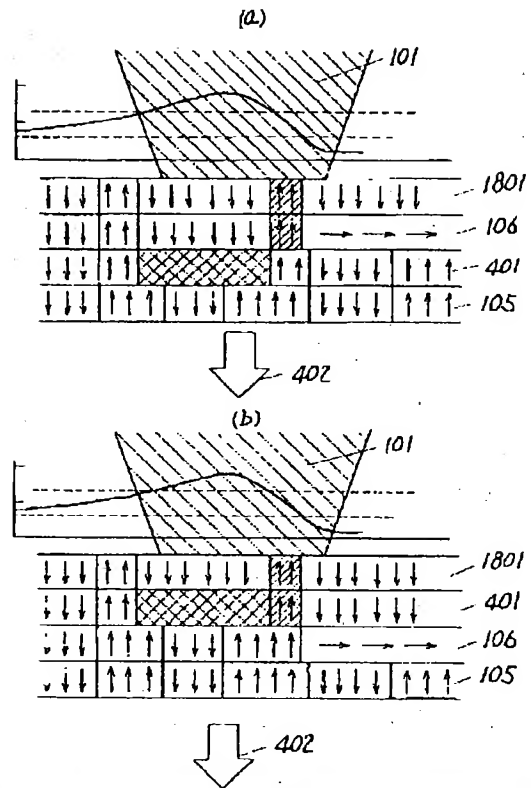
【図17】



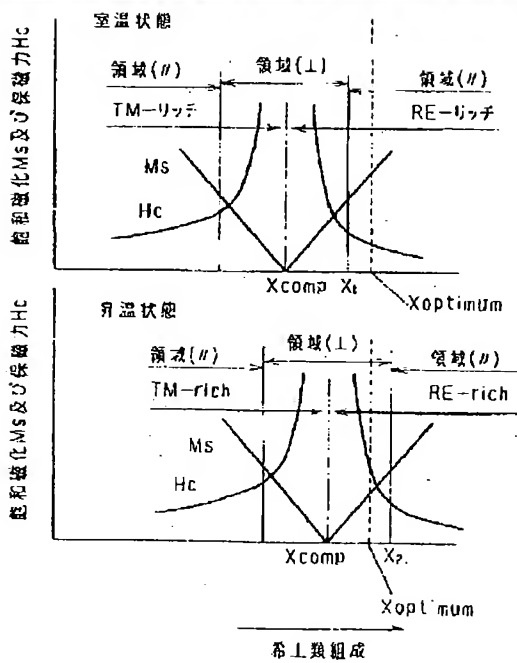
【図18】



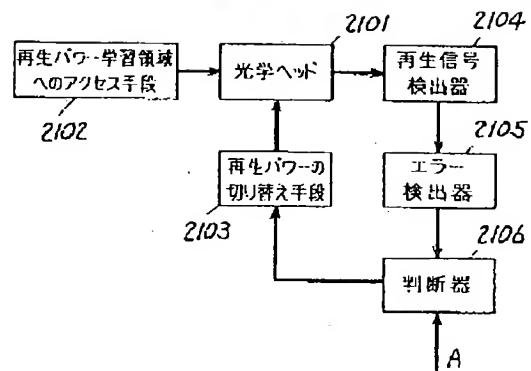
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 宮武 範夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

